

돼지분뇨의 간이건조 처리법과 비료로서의 효과

성경일 · 홍병주 · 이영철

Sun Curing Effects and Utilization of Pig Excreta as Fertilizer

K. I. Sung, B. J. Hong and Y. C. Rhee

Summary

Method for the sun curing dehydration of pig excreta by using vinyl house was described. We determined effects of the dehydrated pig excreta on the yields of whole crop corn and proximate chemical composition of whole crop corn.

Pig excreta were dehydrated upto 15% of moisture content by the 3~4 days of sun curing dehydration in vinyl house in the summer period.

There was no significant difference between the dehydrated pig excreta treatment and the chemical fertilizer treatment on dry matter(DM) content, DM yield and crude protein contents of whole crop corn.

Ca and Mg contents by the dehydrated pig excreta treatment were lower than those by the chemical fertilizer treatment. In the contrast, K content by the dehydrated pig excreta treatment was higher than those by the chemical fertilizer treatment, and dehydrated pig excreta treatments were higher in K/Ca+Mg ratio than chemical fertilizer treatment.

These results suggested the availability of the sun curing dehydration of pig excreta in vinyl house in small-scale animal industry. In addition, the dehydrated pig excreta treatment shown similar effects to the chemical fertilizer treatment on dry matter yields and contents of chemical composition of whole crop corn. These results suggest that using the sun curing dehydration of pig excreta could reduce the chemical fertilizer cost. However, we need more study to the relationship between the unbalanced mineral contents and animal health.

I. 서 론

가축의 분뇨는 악취가 나고 대장균, 기생충란, 잡초종자 및 유해한 미생물이 혼합되는 경우가 있어 적절한 처리없이 그대로 토양에 환원 한다는 것은 바람직하지 못하다. 가축분뇨는 주로 유기질비료로서 이용되어 왔고 건조계분의 경우는 사료로서 이용가치가 높은 것으로 인정되어 일부 실용화되고 있다(고 등, 1990; Arave 등, 1990; 김, 1993). 비교적 토지와의 연관이 적고 집약적인 양돈산업의 급속한 규모 확대에 따라 대량으로 배출되는 분뇨의 적절한 처리와 이용은 환경오염방지의 효과와 더불어 유기질비

료로서 토양에 환원되어 지력을 보존하고 사료작물의 수확량 증가와 화학비료 구입비를 절감하는 등의 잇점이 있다.

일사량 및 바람에 의해 건조시키는 천일건조법은 경비가 비교적 적게 들고 처리조작이 용이하므로 소규모 축산농가에서도 이용 가능한 방법이라고 생각된다. 특히 간이건조방법인 비닐하우스를 이용한 간이건조방법은 적은 시설 투자로 건조효율을 높이는 방법이라 하겠다.

한편 돈분은 화학조성면에서 계분과 유사하나 대사생리에 차이가 있어 요중에 배설되는 질소는 대부분 요소이다. 이러한 성분조성을 반영하여 유기

물함량은 소의 그것보다 다소 낮으나 분해가 비교적 빠르므로 작물에 대한 시비효과는 클 것으로 생각된다.

이상에서 본 연구는 비닐하우스를 이용한 천일 건조법에 의한 돈분의 처리기술 검토와 여기서 생산된 건조돈분의 시용이 사일리지용 옥수수의 생산량 및 일반성분 및 광물질함량에 미치는 영향에 대하여 검토하였다.

II. 재료 및 방법

1. 분뇨의 처리

저장조에 유입된 돼지분뇨는 비닐하우스에 3일간격으로 투입하여 하기에는 1일 2회, 동기에는 1

일 1회 각반하였으며 투입후 하기에 4일, 동기에 7일동안에 수분함량 15% 내외의 건조돈분을 만들어 보관후 이를 포장시험에 이용하였다.

분뇨건조용 비닐하우스의 크기는 건조면적을 $0.55\text{m}^2/\text{1두} \times 20\text{두} = 11\text{m}^2$ 로 하였고, 일일분뇨투입량을 $5.8\text{kg}/\text{1두} \times 20\text{두} = 116\text{kg}$ 으로 하였다. 비닐하우스는 건조효율을 높이기 위하여 하우스하부를 개방하여 자연통풍시켰으며 환기 fan을 설치하였다.

2. 포장시험

시험은 1991년 4월부터 8월말까지로 강원대학교 축산대학 부속목장의 실험포장에서 실시하였다. 시험포장은 Table 1에서 보는 바와 같이 낮은 pH와 중정도의 유효인산함량과 CEC를 가진 토양이었다.

Table 1. Chemical properties of soil in the experimental field.

pH (1:5)	OM (%)	Available P ₂ O ₅ (ppm)	Exch. cation (ml/100g)			CEC (me/100g)
			Ca	K	Mg	
5.6	0.8	139	7.5	2.2	0.4	11.3

본 시험에 공시된 사일리지용 옥수수종자는 수원 19호였으며 파종은 4월 30일에 실시하였다. 재식밀도는 60cm골에 주간거리를 20cm로 4립씩 점파한 후 3~4엽기에 1포기만 남기고 솟아주었다.

시험구는 화학비료로서 질소를 20kg/10a(기비, 추비의 2회), 인산 및 칼리를 기비로 각각 15kg/10a을 시용한 화학비료처리구(대조구와 건조돈분 1.5ton구 및 3.0ton구 등) 3처리로 하였다. 시험배치는 3×3 라틴방각법으로 각 시험구의 크기는 1.8m×5.0m로 하였으며 사일리지용 옥수수의 수확은 8월 23일에 실시하였다.

3. 조사항목

비닐하우스에 투입된 분뇨의 건조상태를 3, 4 및 5월에 각각 2회씩 조사하였다. 돈분에 대해서는 생산량, 일반성분, 광물질함량, 생물학적 산소요구량 및 화학적 산소요구량 등을 측정하였으며 사일리지용 옥수수는 초장, 건물생산량, 일반성분 및 광물질함량을 측정하였다. 분뇨 및 사일리지용 옥수수는 채취후 60℃에서 48시간 건조한 후 분쇄하여 분석시료로 사용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 비닐하우스내에 있어서 수분함량의 경시적 변화

본 시험에서 비닐하우스를 이용한 간이건조방법은 설치비나 노동력 등에서 문제점은 없었다.

비닐하우스에 투입된 분뇨건조상태의 경시적 변화를 Table 1에 나타냈다. 투입된 분뇨는 하기에는 4일, 동기에는 7일동안 건조시켜, 수분함량 15% 정도까지 건조시키는 것을 목표로 하여, 3월의 경우는 1일 2회 각반하여 4~5일정도, 4~5월에는 3일정도에 건조를 완료시켰다. 이때의 수분함량은 3월이 5일째 19.5%, 4월 및 5월이 4일째 각각 18.7 및 15.6%로 비교적 양호한 건조상태를 보였다.

일반적으로 지상에 도달하는 일사량이 하기에 $3,800 \sim 5,200\text{kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{day}$ 정도이고, 천일건조에 이용되는 비닐의 광선투과율이 80~90% 정도, 그리고 이때의 수분증발량은 지역 및 시기에 따라 다르나 약 $2\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{day}$ (檜恒, 1981) 정도라고 하면, 하우스내에서 각반횟수를 늘여 분뇨의 증발량을 높인다면 3일정도에 수분함량 15%까지 건조가 가능하리라

생각된다.

건조된 돈분은 악취발생이 거의 없었고 포대에 넣어 장기간 자연상태에서 저장이 가능하였으며 옥수수시험포장에 기비 및 추비로 이용하였다. 본 시험에 이용된 비닐하우스의 처리용량은 20두를 기준으로 직선형태의 구조물로 하였으나, 김(1991)은 1990년의 돼지의 호당사육두수를 34두로 보고하고 있어 호당두수가 증가할 경우는 U자형의 비닐하우스를 설치하므로서 설치면적 및 작업의 효율성을 높일 수 있을 것으로 생각된다.

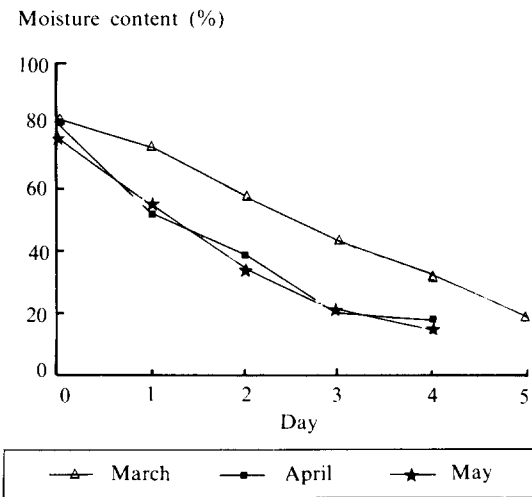


Fig. 1. Changes in moisture content of pig excreta.

최(1991)는 영세 양축농가는 사육규모가 법규제 이하라는 이유 때문에 축산분뇨 배출의 규제를 받지 않지만 실제 이들이 전국적으로 분포하고 있어 아무런 정화없이 축산폐수를 방류, 수질을 오염시키므로 소규모 영세농가를 위한 축산분뇨처리시설 개발의 필요성을 강조하고 있다. 그러므로 비닐하우스에 의한 분뇨의 간이건조처리방법은 적은 경비로 처리가 가능하므로 일반축산농가에 보급하므로서 축산폐수에 의한 심각한 수질오염을 방지할 수 있다고 하겠다.

2. 돈분의 생산량, 화학조성 및 광물질함량

돈분의 생산량 및 일반조성분함량은 Table 2와 같다. 일일 생산량은 6kg이었으며, 조단백질함량 27.9%, 조지방함량 6.7%로 젖소나 면양보다 높았고, 조섬유함량은 16.9%로 낮았다. 이러한 경향은

배합사료의 의존도가 큰 돼지나 닭에서 많이 나타나며, 조사료 및 농후사료의 의존도가 경영형태에 따라 다양한 소의 경우는 돼지나 닭보다 조단백질함량과 조지방함량은 낮고 섬유질함량은 높은 경향을 보인다(農林省畜産局, 1978).

Table 2. Characteristics of excreta from Pigs(DM basis).

Chemical composition	Concentration (%)
Moisture(%)	68.9
Crude protein(%)	27.9
Crude fat(%)	6.7
Crude fiber(%)	16.9
NFE(%)	48.5
Crude ash(%)	11.8

* Body weight: 86kg
Production of excreta: 6kg/day.

한편, 광물질함량은 Ca함량 2.95%, P함량 1.00% 및 K함량 1.54%로 비료요소인 N, P, K의 함량이 높아 작물에의 비료로서의 효과도 클 것으로 생각된다(Table 3).

Table 3. Main minerals composition of excreta from Pig.

Mineral components	Concentration (%)
Total-N (%)	4.57
NO ₃ -N (%)	0.05
P (%)	1.00
P ₂ O ₅ (%)	2.30
K (%)	1.54
K ₂ O (%)	1.85
Ca (%)	2.95
CaO (%)	4.13
Mg (%)	0.54
MgO (%)	0.90
Na (%)	0.36
Na ₂ O (%)	0.48

3. 돈분의 물리적, 화학적 성질

돈분의 pH는 6.3이었으며 생물학적산소요구량(BOD)은 12.984mg/l, 화학적 산소요구량(COD)은 7.867mg/l로 최(1991)가 안성천유역의 양축농가를 대상으로 조사한 BOD 59.875mg/l, COD 183.000mg/l 보다는 낮았으나, 환경보존법에 의한 폐수허용 기준치인 150mg/l 과, 일본 축산환경보전 관계법률의 기준인 120~160mg/l 에 비하면 상당히 높은 것을 알 수 있다.

총부유고형물(TSS)은 86%로 다른 가축보다 높아(ARC, 1976), 분중에 불용성 물질이 많은 것을 나타내고 있다. 한편 비단백태 질소화합물(NPN) 함량은 2.27%로, 총 질소함량중에 NPN이 50% 이상을 차지하였다.

Table 4. Physical and chemical characteristics of waste from pig.

Characteristics	Concentration
pH	6.3
BOD (mg/l)	12.984
COD (mg/l)	7.817
Total solid (%)	31.1
TSS (g. TS/kg)	860
TKN	4.46
NPN	2.27

BOD: Biochemical oxygen demand.
 COD: Chemical oxygen demand.
 TSS: Total suspended solids.
 TKN: Total kjeldahl nitrogen.
 NPN: Non-protein nitrogen compound.

최(1991)는 축산분뇨의 오염물질 발생량을 BOD 기준으로 보면 돼지가 가장 높은 것으로 보고하고 있어 가축중에서도 돈분처리가 최우선 되어야 한다고 강조하고 있다. 이상에서와 같이 본 시험은 화학적 산소요구량 및 생물학적 산소요구량이 높은 돼지 분뇨를 미처리상태로 토양에 환원하는 것은 환경오염의 위험성을 증가시킬 수 있음을 시사한다.

4. 사일리지용 옥수수의 생산량, 일반성분 및 광물 질함량

옥수수의 초장을 보면(Table 5) 건조돈분 1.5t구가 화학비료를 처리한 대조구 및 건조돈분 3.0t구보다

높았다. 건물 총 생산량은 대조구 22.9t/ha, 1.5t구 22.5t/ha, 3.0t구 21.5t/ha로 3.0t구가 가장 낮은 경향을 보였는데 이것은 옥수수의 일부가 도복피해를 받아 낮게 나타났으나 처리간에 차이는 없이 22t/ha 전후를 보였다.

Table 5. Dry matter yields of corn.

	Chemical fertilizer	Pig excreta (ton/ha)	
		1.5t	3.0t
Height (cm)	227	322	278
DM yield (t/ha)	22.9	22.5	21.5
Ear yield (t/ha)	13.4	14.4	13.6

한편 암이삭 생산량에서는 처리간 차이는 없었으나 1.5t구가 높은 경향을 나타냈으며, 총 건물생산량 중에 차지하는 암이삭의 비율(Fig. 2)은 각 처리구 모두 60~63%를 보여 사일리지용으로서는 적당한 암이삭의 분포를 이루었다고 할 수 있다(김,1985).

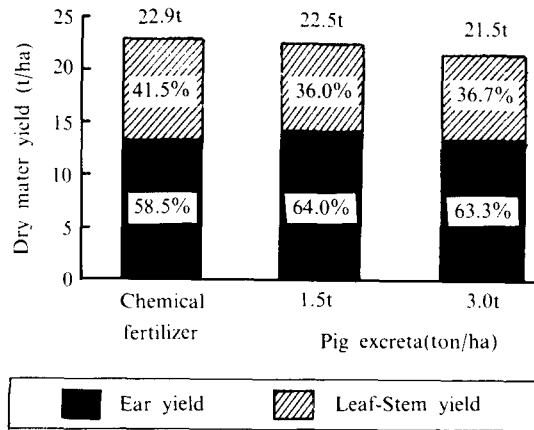


Fig. 2. Dry matter yield of whole crop corn.

본 시험에서 옥수수생산량은 분뇨 분리시설에 의하여 분리된 액상물을 토양에 환원하여 목초수량이 화학비료 사용시보다 30~50% 증가하였다고 하는 鎬路開發建設部(1989)의 보고와는 다른 결과를 보였다. 그러나, 건조돈분 1.5t구 및 3.0t구는 화학비료처리의 대조구와 동일한 생산량을 나타내어 수확량의 증가는 없었지만 건조돈분의 산포에 의해서도 화학비료를 처리한 정도의 생산량을 유지할 수 있었

다.

사일리지용 옥수수의 일반성분 및 광물질함량 및 K/(Ca+Mg)비율은 Table 6과 같다. 건물함량은 대조구 1.5t구 및 3.0t구 모두 34% 정도로 성(1990)의 결과보다는 다소 높은 경향을 보였는데, 이것은 수확시기가 적기보다 1주일정도 늦어진데 기인한다고 하겠다. CP함량에 있어서도 처리간에 차이없이

8% 정도로 NRC(1988)의 사료성분표와 비슷한 수준이었다.

광물질함량에 있어서 Ca 및 Mg함량은 1.5t구와 3.0t구가 대조구보다 낮은 경향이였으나, K함량은 돈분처리구에서 높게 나타나 건조분뇨를 시용함으로써 토양에 치환성 K함량이 증가하고 있음을 나타나고 있다(Dairy Japan, 1981).

Table 6. Chemical composition of corn.

	Chemical fertilizer	Pig excreta (ton/ha)	
		1.5t	3.0t
DM	34.9	33.8	33.4
OM, % DM	92.8	92.5	92.5
CP, % DM	8.7	9.2	8.8
Mineral, % DM			
Ca	0.21	0.18	0.17
P	0.81	0.68	0.80
K	1.06	1.32	1.25
Mg	0.17	0.16	0.14
K/(Ca+Mg)	2.79	3.88	4.00
NO ₃ -N	0.08	0.30	0.32

가축의 분뇨중에는 유기물과 더불어 각종의 수용성염류도 포함하고 있어서 가축의 분뇨가 다량 시비된 토양에서는 각종 염류가 축적하기 쉽다. 이는 사료작물의 발아, 유식물의 생육지연, 그리고 사료작물의 광물질함량 unbalance에 영향을 주게 된다. 즉 토양에 치환성 K의 증가로 작물의 K함량이 높아 지지만, Ca이나 Mg의 함량은 상대적으로 낮아져 사료로서의 광물질조성에 불균형을 초래하기 쉽다. 이러한 광물질함량의 불균형을 나타내는 지표로서 K/(Ca+Mg) 함량을 보면, 대조구 2.79에 비해 1.5t구와 3.0t구가 3.88과 4.00으로 높았다. 이는 1.8이하가 가축에는 바람직하다는 보고(農林省畜産局, 1978)보다는 각 처리구 모두 높은 것으로 일반적으로 이 비율이 높으면 가축은 Mg의 결핍증상이 일어날 수 있다. 토양에 축적하는 수용성염류는 분뇨의 시비가 연간 20~30t/ha 이하 정도 혹은 시비를 2~3년정도 중단한 후 작물을 재배하면 토양으로 부터 용해되거나 작물에 흡수되어 현저하게 감소하므로 실제로는 문제가 되지 않는다고 하겠다.

NO₃-N함량에서는 대조구 0.08%, 1.5t구 0.30%, 3.0t구 0.32%로 돈분처리구에서 소에게 질산중독증 발생의 기준치인 0.2%(건물)기준 보다 높게 나타났다. 그러나 NO₃-N함량이 0.2%를 넘는 것은 흔히 나타나고 있으며 생초가 아닌 사일리지로 이용하는다면 사일리지 조제과정중에 용해되어 낮아진다는 것은 잘 알려져 있어 질산중독의 위험성은 적을 것으로 생각된다.

이상의 결과를 요약하면, 건조돈분은 사일리지용 옥수수의 생산량 및 성분함량에 있어서 화학비료를 처리한 옥수수와 동일한 결과를 보여 화학비료대신 이용할 수 있으며 화학비료의 구입비를 절감할 수 있다고 하겠다. 그러나 광물질함량에 있어서 불균형을 나타내고 있어 이들과 가축장해에 대한 검토가 필요하다고 하겠다.

IV. 적 요

본 시험은 비닐하우스를 이용한 돼지분뇨의 천일

건조방법과 건조한 돈분의 시용이 사일리지용 옥수수
 수의 생산량 및 성분조성에 미치는 영향에 대하여
 검토하였다. 돼지분뇨는 비닐하우스를 설치하여 천일
 건조방법에 의하여 건조하였으며, 포장시험은 화학비
 료로서 질소를 20kg/10a(기비, 추비의 2회), 인산
 및 칼리를 기비로 각각 15kg/10a를 시용한 화학비료
 처리구(대조구)와 건조돈분을 1.5t/10a 및 3.0t/10a
 구등 3처리로 하였다. 비닐하우스에 의한 천일건조방
 법은 돼지분뇨를 하기에 3~4일 정도에 수분함량
 15%까지 건조할 수 있었다. 사일리지용 옥수수의
 건물생산량, 건물함량 및 조단백질함량은 건조돈분
 시용구와 화학비료 시용구간에 유의차는 없었다.
 광물질 함량에 있어서 건조돈분 처리구는 화학비료
 처리구에 비하여 Ca 및 Mg함량은 낮은 경향을 보였
 으나 K함량은 높아, K/(Ca+Mg)는 건조돈분 처리구
 에서 높게 나타났다.

이상에서 비닐하우스를 이용한 천일건조방법은
 비교적 간단하고 설치비가 적게 들어 소규모 축산농
 가에게 유리할 것으로 생각된다. 또한 본 시험은
 사일리지용 생산량 및 일반성분 함량은 건조돈분과
 화학비료처리간에 차이는 없어 본 시험은 화학비료
 대신에 건조돈분을 이용하므로써 화학비료 구입비를
 절감할 수 있음을 시사하였다. 그러나 돈분의 사용으
 로 옥수수의 광물질함량의 비율에 불균형을 나타내
 고 있어서 이들 성분함량과 가축장해와의 관계에
 대한 검토가 필요하다고 하겠다.

V. 引用文獻

1. Agricultural Research Council. 1976. Studies on farm livestock Wastes. Powage Press. London.
2. Arave, C.W., D.C. Dobson, M.J. Arambel, D.Purcell and J.L. Walters. 1990. Effect of poultry waste Feeding on intake body weight and milk yield of Holstein cows. J. Dairy Sci. 73:129-134.
3. Kim, J.H. 1993. Studies on nutrition and feed value of the whole crop corn ensiled with cage layer manure for ruminants. Ph.D. thesis. Gyeongsang National University.
4. National Research council. 1988. Nutrient requirements of dairy cattle. 6th rev. ed. Natl. Acad. Sci. Washington, D.C.
5. 고영두, 송영민, 강한석, 김두환. 1991. 계분과 당밀을 첨가한 볏짚 silage의 품질과 사료적 가치. II. silage의 소화율과 기호성. 한국축산학회지. 제33권 3호. p. 233-237.
6. 김경량. 1991. 개방기 한국축산의 위상과 대응방안. 국제심포지움: 저자원 국가에서의 축산발전전략. p. 45-75. 동물자원공동연구소, 강원대학교.
7. 김동암. 1985. 사료작물. 선진문화사.
8. 최홍림. 1991. 축산폐기물과 공해. 사료가공단기과정. p. 125-137.
9. デーリイジャパン. 1981. 新しい牛ふん尿の處理と利用. デーリイジャパン社.
10. 釧路開發建設部. 1989. 國營統合農地開發事業標茶西部地域(肥培かんがい事業)の概要.
11. 檜桓繁光. 1981. 牛ふん尿の處理利用技術. デーリイジャパン社. p. 3-29.
12. 農林省畜産局. 1978. 家畜排泄物の處理・利用と手引き. 中央畜産會.
13. 成慶一. 1990. 粗飼料多給飼養におけるサイレージ通年利用と代謝エネルギーの牛乳生産粗効率. 北海道大學大學院農學研究科. 博士論文.